

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. Mai 2004 (27.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/044257 A1(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C23C 2/02,  
2/40, B21B 45/06, B08B 7/00(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FROMMANN, Klaus  
[DE/DE]; Scheibenstrasse 41, 40479 Düsseldorf (DE).  
BLOCK, Bodo [DE/DE]; Beienburger Strasse 38a,  
51503 Rösrath (DE). BRISBERGER, Rolf [DE/DE]; Am  
Tapp 17, 47661 Issum (DE). HARTUNG, Hans, Georg  
[DE/DE]; Schlehenweg 12, 50259 Pulheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/010852

(22) Internationales Anmeldedatum:  
30. September 2003 (30.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

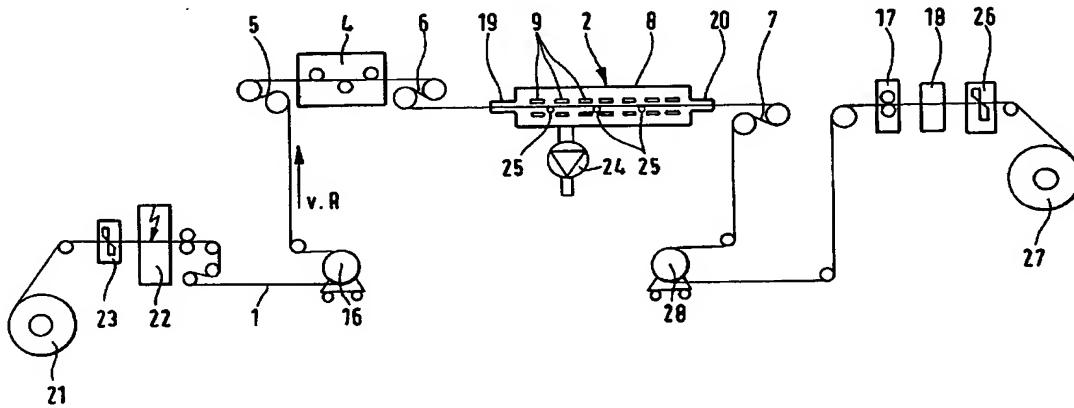
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 52 178.6 9. November 2002 (09.11.2002) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SMS DEMAG AKTIENGESELLSCHAFT  
[DE/DE]; Eduard Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf  
(DE).(74) Anwalt: VALENTIN, Ekkehard; Valentin, Gihske,  
Grosse, Hammerstrasse 2, 57072 Siegen (DE).(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD,  
GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,  
MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DESCALING AND/OR CLEANING A METAL CASTING

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ENTZUNDERN UND/ODER REINIGEN EINES METALLSTRANGS



**(57) Abstract:** The invention relates to a method and device for descaling and/or cleaning a metal casting (1), particularly a hot-rolled strip made of normal steel or of stainless steel. According to the inventive method, the metal casting (1) is guided in a direction of conveyance (R) through a device (2), inside of which it is subjected to a plasma descaling and/or a plasma cleaning. In order to improve the result of the descaling or of the cleaning of the metal casting, the invention provides that before the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning, in the direction of conveyance (R), the metal casting (1) is subjected to a process that imparts a high degree of flatness to the metal casting (1).

WO 2004/044257 A1

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entzundern und/oder Reinigen eines Metallstrangs (1), insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder aus nicht rostendem Stahl. Verfahrensgemäß wird der Metallstrang (1) in eine Förderrichtung (R) durch eine Vorrichtung (2) geführt, in der er einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird. Zur Verbesserung des Ergebnisses der Entzunderung bzw. der Reinigung des Metallstrangs ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Metallstrang (1) in Förderrichtung (R) vor der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung einem Prozess unterzogen wird, der dem Metallstrang (1) einen hohen Planheits-Grad verleiht.



SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

5

**Verfahren und Vorrichtung zum Entzündern und/oder Reinigen eines Metallstrangs**

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entzündern und/oder Reinigen eines Metallstrangs, insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder aus nicht rostendem Stahl, bei dem der Metallstrang in eine Förderrichtung durch eine Vorrichtung geführt wird, in der er einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Entzündern und/oder Reinigen eines derartigen Metallstrangs.

Ein Verfahren der gattungsgemäßen Art ist aus der **JP 03207518 A** bekannt.

20 Für die Weiterverarbeitung - z. B. durch Kaltwalzen, für eine metallische Beschichtung oder die direkte Verarbeitung zu einem Endprodukt - muss warmgewalztes Stahlband eine zunderfreie Oberfläche haben. Daher muss der beim Warmwalzen und während der nachfolgenden Abkühlung entstandene Zunder restlos entfernt werden. Dies erfolgt bei vorbekannten Verfahren durch einen Beizprozess, wobei der aus den verschiedenen Eisenoxiden ( $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) oder bei nichtrostenden Stählen auch aus chromreichen Eisenoxiden bestehende Zunder je nach Stahlqualität mittels verschiedener Säuren (z.B. Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure oder Mischsäure) bei erhöhten Temperaturen durch chemische Reaktion mit der Säure gelöst wird. Vor dem Beizen ist bei Normalstahl noch eine zusätzliche mechanische Behandlung durch Streckbiegerichten erforderlich, um den Zunder aufzubrechen und somit ein schnelleres Eindringen der Säure in die Zunderschicht zu ermöglichen. Bei den wesentlich schwieriger zu beizenden nichtrostenden, austenitischen und ferritischen Stählen sind ein Glühen und eine mechanische Vorentzunderung des Bandes beim Beizprozess vorgeschaltet, um eine möglichst gut beizbare Bandoberfläche zu erzielen. Nach dem Beizen muss das Stahlband gespült,

- 5 getrocknet und je nach Bedarf eingeölt werden, um eine Oxidation zu verhindern.

Das Beizen von Stahlband wird in kontinuierlichen Linien durchgeführt, deren Prozessteil in Abhängigkeit von der Bandgeschwindigkeit eine sehr große Länge haben kann. Derartige Anlagen erfordern daher sehr hohe Investitionen. Der Beizprozess erfordert außerdem sehr viel Energie und einen hohen Aufwand für die Entsorgung der Abwässer und die Regenerierung der Salzsäure, die bei Normalstahl meistens verwendet wird.

- 15 Es gibt daher im Stand der Technik verschiedenartige Ansätze, die Entzunderung von metallischen Strängen ohne Einsatz von Säuren zu bewerkstelligen. Bisher bekannte Entwicklungen basieren hier zumeist auf einer mechanischen Entfernung des Zunders (z. B. Ishiclean-Verfahren, APO-Verfahren). Allerdings sind derartige Verfahren hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und Qualität der 20 entzunderten Oberfläche für die industrielle Entzunderung von breitem Stahlband nicht geeignet. Daher wird bei der Entzunderung derartigen Bandes nach wie vor auf den Einsatz von Säuren gesetzt.

Die Nachteile hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und der Umweltbelastung müssen daher bislang in Kauf genommen werden.

Neuere Ansätze für das Entzundern von metallischen Strängen setzen auf die Plasma-Technologie. Dieses Verfahren ist in der bereits eingangs genannten JP 03207518 A sowie in der WO 00/56949 A1, der WO 01/00337 A1, der RU 30 2153025 C1 und der RU 2139151 C1 beschrieben. Bei der dort offenbarten Plasma-Entzunderungstechnologie läuft das zu entzundernde Gut zwischen speziellen Elektroden, die sich in einer Vakuumkammer befinden. Die Entzunderung erfolgt durch das zwischen Stahlband und Elektroden erzeugte Plasma, wobei eine metallische blanke Oberfläche ohne Rückstände erzeugt wird. Die 35 Plasma-Technologie stellt damit eine wirtschaftliche, qualitativ einwandfreie und umweltfreundliche Möglichkeit der Entzunderung und Reinigung von Stahlober-

5 flächen dar. Sie ist einsetzbar für Normalstahl und für nichtrostenden, austenitischen und ferritischen Stahl. Eine spezielle Vorbehandlung ist nicht erforderlich.

Der genannte Stand der Technik stellt dabei primär auf die Entzunderung von Draht und von Rohren ab. Hierbei ergibt sich der Vorteil, dass aufgrund der  
10 Geometrie des zu entzundernden Gutes eine relativ einfache Führung der Elektroden möglich ist, so dass die Entzunderung effizient erfolgen kann.

Bei der Entzunderung von Stahlband hat es sich jedoch gezeigt, dass das in den genannten Schriften offenbare Verfahren zu keinem brauchbaren Ergebnis  
15 führt, d. h. dass das entsprechend behandelte Stahlband, zumindest wenn es eine gewisse Breite aufweist, nicht in der benötigten Qualität entzundert werden kann.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung zum Entzundern und/oder zum Reinigen eines Metallstrangs zu schaffen, mit dem bzw. mit der es möglich ist, auch breite Metallstränge über ihre gesamte Breitenerstreckung in gleichbleibender Qualität effizient und wirkungsvoll mittels der Plasma-Technologie zu entzundern, wobei sowohl die ökonomischen als auch die ökologischen Vorteile dieses Verfahrens nutzbar  
25 sein sollen.

Diese Aufgabe wird durch die Erfindung verfahrensgemäß dadurch gelöst, dass der Metallstrang in Förderrichtung vor der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung einem Prozess unterzogen wird, der dem Metallstrang einen hohen Planheits-Grad verleiht.  
30

Hierbei ist insbesondere an einen Streck-Richtprozess oder an einen Streckbiege-Richtprozess gedacht. Mit diesen kann auf den Metallstrang nämlich eine Zugkraft ausgeübt werden, die eine solche Höhe hat, dass die Planheit des in  
35 die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung einlaufenden Metallstrangs so hoch ist, dass der Strang die Vorrichtung als ebenes

5 Blech durchlaufen kann. Das Resultat der Entzunderung bzw. Reinigung wird dadurch wesentlich verbessert, so dass das gefertigte Metallband eine hohe Qualität aufweist.

10 Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, dass die Zugkraft beim Richtprozess so gewählt wird, dass im Metallstrang eine Zugspannung auftritt, die mindestens 10 % der Streckgrenze des Materials des Metallstrangs entspricht.

15 Das Verfahren kann bei kontinuierlich durchlaufendem Metallstrang betrieben werden; es ist aber auch genauso möglich, den Strang diskontinuierlich, also mit nicht konstanter Geschwindigkeit, durch die Entzunderungs- bzw. Reinigungsanlage zu führen. Der zuletzt genannte Fall ist vor allem für kleine Anlagen interessant.

20 Eine besonders hohe Qualität des gefertigten Metallstrangs kann erreicht werden, wenn nach der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs durchgeführt wird; es ist dann vorgesehen, dass die Geschwindigkeit, mit der der Metallstrang durch die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung im geschlossenen Regelkreis so vorgegeben wird, dass eine gewünschte Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität erzielt wird. Dies bedeutet, dass namentlich bei noch ungenügender Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität die Durchlaufgeschwindigkeit des Metallstrangs durch die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung herabgesetzt wird, so dass das Plasma eine längere Einwirkungszeit auf den Metallstrang hat. Dadurch lässt sich die Qualität des Entzunderungs- bzw. Reinigungsvorgangs an die speziellen Bedürfnisse anpassen.

35 Besonders bevorzugt kann sich direkt an das Entzündern und/oder Reinigen des Metallstrangs eine Beschichtung des Strangs mit flüssigem Metall anschließen, insbesondere eine Feuerverzinkung. Hierfür finden die bekannten Beschichtungsverfahren Anwendung. Eine Möglichkeit besteht darin, den Me-

- 5 tallstrang durch einen Kessel, der mit dem flüssigen Beschichtungsmetall gefüllt ist, zu führen, wobei eine Umlenkung des Metallstrangs im Kessel stattfindet. Alternativ kann aber auch das CVGL-Verfahren (Continuous Vertical Galvanizing Line) zum Einsatz kommen, bei dem der Metallstrang durch einen Kessel, der mit dem flüssigen Metall gefüllt ist, von unten hindurchgeführt wird, wobei das Beschichtungsmetall im Kessel durch einen elektromagnetischen Verschluss zurückgehalten wird. Nach dem Entzündern und/oder Reinigen und vor dem Beschichten mit flüssigem Metall erfolgt bevorzugt eine Erwärmung des Metallstangs, vorzugsweise durch Induktionserwärmung.
- 10 15 Im unmittelbaren Anschluss an das Entzündern und/oder Reinigen des Metallstrangs kann vorteilhaft ein Kaltwalzen des Metallstrangs erfolgen.

Die Vorrichtung zum Entzündern und/oder Reinigen des Metallstrangs weist eine Anordnung auf, durch die der Metallstrang in Förderrichtung geführt wird und in der der Metallstrang einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird. Die Vorrichtung ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch Mittel, mit denen dem Metallstrang in Förderrichtung vor der Anordnung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung ein hoher Planheits-Grad verliehen werden kann. Diese Mittel bestehen aus mindestens einer Streckricht- oder Streckbiegericht-Maschine. Ferner ist mit Vorteil vor und hinter dem Mittel mindestens eine Spannvorrichtung zur Erzeugung einer Zugkraft im Metallstrang angeordnet; als Spannvorrichtung hat sich der S-Rollenstand bewährt.

- 20 25 30 Eine besonders gute Führung des Metallstrangs durch die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung kann erreicht werden, wenn in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine Spannvorrichtung zur Erzeugung einer Zugkraft im Metallstrang angeordnet ist, wobei auch hier bevorzugt an einen S-Rollenstand gedacht ist. Dadurch wird der Metallstrang beim Passieren der Plasma-

- 5 Vorrichtung sehr eben gehalten, was die Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung erhöht.

Die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung kann eine unter Vakuum stehende Behandlungskammer aufweisen, in der in Förderrichtung des Metallstrangs eine Anzahl modularartig aufgebauter Elektroden angeordnet sind. Dabei kann vorgesehen werden, dass die einzelnen Elektroden in Abhängigkeit vom Grad der Verzunderung und/oder dem Grad der Verschmutzung der Oberfläche des Metallstrangs sowie in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, mit der der Metallstrang die Plasma-Vorrichtung passiert, unabhängig voneinander ein- und abgeschaltet werden. Es können namentlich genau so viele Elektroden bei der Entzunderung bzw. Reinigung eingeschaltet werden, dass ein gewünschtes Ergebnis erreicht wird.

Eine weitere Qualitätsverbesserung der Entzunderung bzw. Reinigung kann erreicht werden, wenn in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Prüfmittel zur Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs angeordnet werden; diese stehen dann mit Regelmitteln in Verbindung, wobei diese Regelmittel die Geschwindigkeit, mit der der Metallstrang durch die Vorrichtung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung so vorgeben, dass eine gewünschte Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität des Metallstrangs erzielt wird.

Mit Vorteil wird - wie bereits ausgeführt - die erfindungsgemäße Entzunderungs- bzw. Reinigungsanlage in Kombination mit weiteren Behandlungseinrichtungen für den Metallstrang eingesetzt. In Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung können dabei Mittel zum Beschichtung des Metallstrangs mit flüssigem Metall, insbesondere zum Feuerverzinken, angeordnet werden. Diese Mittel können einen Kessel für flüssiges Metall und mindestens eine in diesen integrierte Umlenkrolle aufweisen. Alternativ können die Mittel zum Beschichtung einen Kessel für flüssiges Metall und unter dem Kessel elektromagnetische Mittel zum Zurückhalten des flüssigen

- 5 Metalls im Kessel aufweisen. In Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung und in Förderrichtung vor den Mitteln zum Beschichtung des Metallstrangs können Mittel zum Erwärmen des Metallstrangs, insbesondere Induktionsheizmittel, angeordnet sein.
- 10 Alternativ oder additiv zu den Beschichtungsmitteln können in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel zum Walzen des Metallstrangs angeordnet werden; bei diesen kann es sich um eine mehrgerüstige Kaltwalz-Tandemstrasse handeln.
- 15 Ein kontinuierlicher Betrieb der gesamten Anlage wird dadurch begünstigt, dass in Förderrichtung vor der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung ein Bandspeicher angeordnet wird.
- Vorteilhaft für eine hohe Produktivität der Anlage ist es weiterhin, wenn in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel zum Besäumen des Metallstrangs (Besäumschere) angeordnet sind.
- 25 Die Produktivität der Anlage wird weiterhin auch dadurch verbessert, dass in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel zum Einölen des Metallstrangs angeordnet werden.
- Insgesamt ergibt sich eine hochproduktive Anlage zur Verarbeitung eines Metallstrangs, bevorzugt für warmgewalztes Band aus Normalstahl oder aus nicht rostendem Stahl, die eine ökonomische und ökologische Entzunderung und/oder Reinigung des Metallstrangs sicherstellen kann und die sich vor allem in der Kombination mit nachgeschalteten Behandlungseinrichtungen bewährt hat.
- 35 Die beschriebene Technologie bietet vor allem im Vergleich mit dem Beizen große Vorteile hinsichtlich des Umweltschutzes, dem Energieverbrauch und der

- 5 Qualität. Ferner sind die Investitionskosten für entsprechende Anlagen wesentlich geringer als bei bekannten Entzunderungs- und/oder Reinigungsanlagen.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

10

Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zur Entzunderung und nachfolgenden Feuerverzinkung eines Metallstrangs,

15

Fig. 2 schematisch eine Vorrichtung zur Entzunderung und zum nachfolgenden Walzen des Metallstrangs und

Fig. 3 schematisch eine Vorrichtung zur Entzunderung des Metallstrangs.

In Figur 1 ist schematisch eine Vorrichtung skizziert, mit der ein Metallstrang 1 zunächst entzündet und anschließend feuerverzinkt werden kann. Der Metallstrang 1 tritt mit vorgegebener Fördergeschwindigkeit  $v$  in Förderrichtung R in die Anlage ein und wird zunächst zwischen zwei S-Rollenständen 5 und 6 geführt, die auf den Metallstrang 1 eine Zugkraft F ausüben. Zwischen den beiden S-Rollenständen 5, 6 ist ein Mittel 4 zum Richten des Metallstrangs 1 angeordnet. Es handelt sich bei diesem Mittel 4 um eine Streckbiege-Richtmaschine. Schematisch ist angedeutet, dass der Metallstrang 1 in der Streckbiege-Richtmaschine 4 durch anstellbare Walzen unter hoher Spannung durch die Zugkraft F so gebogen bzw. gerichtet wird, dass der Metallstrang 1 einen hohen Planheits-Grad aufweist, nachdem er die Streckbiege-Richtmaschine 4 verlassen hat.

Im Anschluss an die Streckbiege-Richtmaschine 4 wird der Metallstrang 1 der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung zugeführt. Diese Vorrichtung 2 weist eine Behandlungskammer 8 auf, die unter einem Vakuum gehalten wird. Am Ein- bzw. Austritt des Metallstrangs 1 in die bzw. aus der Behandlungskammer 8 ist je eine Schleuse 19 bzw. 20 vorgesehen.

5

In Förderrichtung hinter der Vorrichtung 2 ist ebenfalls ein S-Rollenstand 7 angeordnet; im Zusammenwirken mit dem S-Rollenstand 6 ist es somit möglich, den Metallstrang 1 beim Passieren der Vorrichtung 2 unter Zug zu halten (Zugkraft F), so dass in Synergie mit der Streckbiege-Richtmaschine 4 sichergestellt 10 ist, dass der Metallstrang 1 die Vorrichtung 2 mit einem extrem hohen Grad an Planheit durchläuft. Diese ist zur Erzielung eines guten Ergebnisses der Entzunderung bzw. Reinigung erforderlich.

Wie in Figur 1 gesehen werden kann, sind in der Behandlungskammer 8 eine 15 Anzahl Elektroden 9 angeordnet, die erforderlich sind, um das Plasma zu erzeugen, mit dem die Oberfläche des Metallstrangs 1 entzündert bzw. gereinigt wird. Details hierzu sind im vorgenannten Schrifttum zu finden.

In Förderrichtung R sind - wie es Figur 1 entnommen werden kann - mehrere 20 Elektroden 9 hintereinander angeordnet. Diese können alle gleichzeitig zum Entzündern bzw. Reinigen aktiviert, d. h mit elektrischer Energie versorgt werden. Es ist jedoch auch möglich, die einzelnen modularartig ausgebildeten Elektroden 9 wahlweise so zu schalten, dass nur eine solche Anzahl Elektroden aktiviert wird, wie es zur Erzielung eines gewünschten Entzunderungs- bzw. Reinigungsergebnisses erforderlich ist. 25

In Förderrichtung R hinter der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung ist ein Prüfmittel 10 angeordnet, das in der Lage ist, die Oberfläche des Metallstrangs 1 zu inspizieren und das Ergebnis der Prüfung an ein Regel- 30 mittel 11 weiterzugeben. Abhängig von der gewünschten Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung kann vorgesehen werden, dass das Regelmittel 11 auf den nicht dargestellten Antrieb der Gesamtvorrichtung derart einwirkt, dass die Fördergeschwindigkeit v des Metallstrangs 1 so beeinflusst wird, dass das Ergebnis der Entzunderung bzw. Reinigung einer gewünschten Vorgabe entspricht. 35

- 5 Reicht die Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung nicht aus, können die Regelmittel 11 die Fördergeschwindigkeit v herabsetzen; dadurch ist die Oberfläche des Metallstrangs 1 einer längeren Einwirkzeit des Plasmas ausgesetzt, wodurch sich das Entzunderungs- bzw. Reinigungsergebnis verbessert. Liegt  
10 indes bereits eine übermäßig große, nicht benötigte Qualität vor, können die Regelmittel 11 eine Erhöhung der Fördergeschwindigkeit v vorsehen, so dass die Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung zwar herabgesetzt, die Produktivität der Gesamtanlage jedoch erhöht wird.

Wie Figur 1 weiter entnommen werden kann, befindet sich in Förderrichtung R  
15 hinter der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung ein Induktionsheizmittel 14, das den Metallstrang 1 erwärmen kann. Es kann sich hierbei insbesondere um einen induktiv beheizten Glühofen mit einer Schutzgas-Atmosphäre handeln, mit es möglich ist, in sehr kurzer Zeit den Metallstrang 1 auf eine Temperatur von etwa 500 °C zu erhitzen. Anschließend wird der Metallstrang 1 unter Schutzgas und über einen nicht dargestellten Rüssel in einen Kessel 3 mit flüssigem Beschichtungsmetall geführt. Im Kessel 3 ist eine Umlenkrolle 13 angeordnet, die den Metallstrang 1 nach der Beschichtung mit flüssigem Beschichtungsmetall vertikal nach oben umlenkt. Die Induktionsheizmittel 14, der Kessel 3 und die Umlenkrolle 13 bilden die schematisch dargestellten  
20 Mittel 12 zum Beschichten des Metallstrangs 1.  
25

Eine alternative Ausgestaltung der Anlage ist in Figur 2 zu sehen. Der Unterschied zu Figur 1 besteht darin, dass in Figur 2 der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung Mittel 15 zum Walzen des entzunderten bzw.  
30 gereinigten Metallstrangs 1 nachgeschaltet sind. Bei diesen Mitteln handelt es sich um eine mehrgerüstige Kaltwalz-Tandemstraße, auf der der Metallstrang 1 auf die gewünschte Enddicke gewalzt wird.

In Figur 3 ist eine Vorrichtung skizziert, die lediglich der Entzunderung des Metallstrangs 1 dient, die jedoch nach Art der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Lösungen auch mit nachfolgenden Einrichtungen kombiniert werden kann.  
35

5

Der Metallstrang 1 wird in aufgewickelter Form von einem Abhaspel 21 einer Schweißmaschine 22 zugeführt, wo der Metallstrang 1 mit dem vorhergehenden Metallstrang zusammengeschweißt wird. Vor dem Schweißen werden die Bandenden mit einer Schere 23 geschnitten, um eine einwandfreie Schweißung  
10 zu ermöglichen.

Der Metallstrang 1 wird dann der Streck-Richtmaschine bzw. Streckbiege-Richtmaschine 4 zugeführt, in der der Strang 1 durch Biegung und Aufbringung einer Zugkraft so gerichtet werden kann, dass er eine optimale Planheit hat,  
15 bevor er in die Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. Plasma-Reinigung einläuft. Zunächst durchtritt der Metallstrang 1 die Schleuse 19, woraufhin er sich in der Behandlungskammer 8 befindet, in der ein Vakuum herrscht. Das Vakuum wird durch die Vakuumpumpe 24 erzeugt. In der Behandlungskammer 8 erfolgt die Entzunderung bzw. Reinigung durch das sich zwischen den Elektroden 9 und dem Metallstrang 1 befindliche Plasma. Die Zahl der Elektroden 9 hängt dabei von der Bandgeschwindigkeit v ab, um die erforderliche Verweilzeit  
20 des Metallstrangs 1 im Plasma zu gewährleisten.

Nach der vollständigen Entzunderung bzw. hinreichenden Reinigung läuft der  
25 Metallstrang 1 durch die Vakumschleuse 20 zum S-Rollenstand 7, der - wie bereits erläutert - den erforderlichen hohen Bandzug für einen möglichst horizontalen Banddurchlauf im Zusammenwirken mit dem S-Rollenstand 6 erzeugt. Bei längeren Behandlungskammern 8 und für hohe Bandgeschwindigkeiten v sind Tragrollen 25 zwischen den Elektroden 9 angeordnet, die einen Durchhang  
30 des Metallstrangs 1 verhindern.

Mit der Besäumschere 17 wird die genaue Breite des Metallstrangs 1 erzielt. Falls erforderlich, wird der Metallstrang 1 anschließend mit der Einölmachine 18 elektrostatisch eingeölt, um die Oberfläche des Metallstrangs 1 vor Korrosion zu schützen. Mit einer Schere 26 wird der Metallstrang 1 vor dem Abschieben des fertigen Bundes zerteilt. Es kann auch mit je zwei Haspeln 21 und 27

- 5 im Einlauf und im Auslauf gearbeitet werden, um möglichst kurze Bundwechselzeiten zu erreichen.

Mit einem Bandspeicher 16 und einem Bandspeicher 28 ist ein kontinuierlicher Bandlauf im Prozessteil der Anlage möglich. Für Anlagen mit geringer Leistung  
10 ist ein diskontinuierlicher Betrieb ohne Bandspeicher möglich, wobei die Anlage während der Bundwechsel angehalten wird. Im Gegensatz zum Beizen ist dies bei der Plasma-Entzunderung ohne Ausbringverluste möglich.

In obiger Beschreibung wurde stets sowohl von der Entzunderung als auch von  
15 der Reinigung des Metallstrangs gesprochen. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass die Plasma-Technologie nicht nur für die Entzunderung, sondern auch sehr gut für die Reinigung metallischer Oberflächen von organischen oder anorganischen Substanzen (z. B. Öl) geeignet ist.

20 Kaltgewalztes geöltes Stahlband muss beispielsweise vor einer metallischen Beschichtung spezielle alkalische und elektrolytische Reinigungstanks mit nachfolgendem Spülen und teilweise auch Bürsten durchlaufen, um die erforderliche metallisch blanke Oberfläche zu erzielen. Vorbekannte Anlagen setzen auch hierfür chemische Mittel ein, bei denen sich die eingangs genannten Umweltprobleme stellen. Der Einsatz der Plasma-Technologie für die Reinigung  
25 des Metallstrangs bringt auch hier große Vorteile.

Bei der Koppelung der in Figur 3 skizzierten Anlage mit Nachfolgebehandlungseinrichtungen gemäß der Figuren 1 und 2 ergeben sich - wie bereits erwähnt - hohe wirtschaftliche Vorteile. Die Zwischenlagerung des entzunderten bzw. gereinigten Bandes entfällt, so dass sowohl Produktions- als auch Qualitätsverbesserungen erzielt werden können. Dem Bandspeicher 28 (siehe Figur 3) hinter der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Das entzunderte und vorzugsweise bereits besäumte Band kann dann ohne Zwischenlagerung unter gleichmäßigem Bandzug kontinuierlich in die Nachfolgeeinrichtung (Feuerverzinkungsanlage,  
35

- 5 Kaltwalz-Tandemstraße) einlaufen. Das fertige Band kann dabei hinter der Nachfolgeeinrichtung, insbesondere hinter der Kaltwalz-Tandemstraße, wechselweise mit zwei Haspeln aufgewickelt und mit einer Schere unterteilt werden.

5 **Bezugszeichenliste:**

- |       |   |
|-------|---|
| 1     | Metallstrang  |
| 2     | Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung/-Reinigung  |
| 10 3  | Kessel mit flüssigem Beschichtungsmetall  |
| 4     | Mittel zum Richten des Metallstrangs<br>(Streckrichtmaschine, Streckbiegerichtmaschine) |
| 5     | Spannvorrichtung (S-Rollenstand)  |
| 6     | Spannvorrichtung (S-Rollenstand)  |
| 15 7  | Spannvorrichtung (S-Rollenstand)  |
| 8     | Behandlungskammer   |
| 9     | Elektroden  |
| 10    | Prüfmittel  |
| 11    | Regelmittel   |
| 20 12 | Mittel zum Beschichtung des Metallstrangs   |
| 13    | Umlenkrolle   |
| 14    | Mittel zum Erwärmen des Metallstrangs<br>(Induktionsheizmittel)                         |
| 15    | Mittel zum Walzen des Metallstrangs   |
| 25 16 | Bandspeicher  |
| 17    | Mittel zum Besäumen des Metallstrangs<br>(Besäumschere)                                 |
| 18    | Mittel zum Einölen des Metallstrangs<br>(Einölmaschine)                                 |
| 30 19 | Schleuse  |
| 20    | Schleuse  |
| 21    | Abhaspel  |
| 22    | Schweißmaschine   |
| 23    | Schere  |
| 35 24 | Vakuumpumpe   |
| 25    | Tragrolle   |

5    26              Schere  
      27              Aufhaspel  
      28              Bandspeicher

10    R              Förderrichtung  
      v              Fördergeschwindigkeit  
      F              Zugkraft

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Entzündern und/oder Reinigen eines Metallstrangs (1),  
10 insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder aus  
nicht rostendem Stahl, bei dem der Metallstrang (1) in Förderrichtung (R)  
durch eine Vorrichtung (2) geführt wird, in der er einer Plasma-  
Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

15 dass der Metallstrang (1) in Förderrichtung (R) vor der Vorrichtung (2) zur  
Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung einem Prozess unter-  
zogen wird, der dem Metallstrang (1) einen hohen Planheits-Grad verleiht.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Metallstrang (1) einem Streck-Richtprozess unterworfen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

25 dass der Metallstrang (1) einem Streckbiege-Richtprozess unterworfen  
wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,

**dadurch gekennzeichnet,**

30 dass eine Zugkraft (F) so ausgeübt wird, dass im Metallstrang (1) eine  
Zugspannung auftritt, die mindestens 10 % der Streckgrenze des Materi-  
als des Metallstrangs (1) entspricht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

5        dass der Metallstrang (1) kontinuierlich durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

**d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,**

10      dass der Metallstrang (1) diskontinuierlich durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

**d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,**

15      dass nach der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs (1) durchgeführt wird, wobei die Geschwindigkeit (v), mit der der Metallstrang (1) durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung im geschlossenen Regelkreis so vorgegeben wird, dass eine gewünschte Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität erzielt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

**d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,**

25      dass der Metallstrang (1) im Anschluss an das Entzundern und/oder Reinigen des mit flüssigem Metall beschichtet wird, insbesondere in einer Feuerverzinkung.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

**d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,**

30      dass der Metallstrang (1) nach dem Entzundern und/oder Reinigen und vor dem Beschichten mit flüssigem Metall einer Erwärmung, insbesondere einer Induktionserwärmung, unterzogen wird.

35 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

**d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,**

5 dass der Metallstrang (1) im Anschluss an das Entzündern und/oder Reinigen kaltgewalzt wird.

11. Vorrichtung zum Entzündern und/oder Reinigen eines Metallstrangs (1), insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder aus nicht rostendem Stahl, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens  
10 nach einem der Ansprüche 1 bis 10, die eine Vorrichtung (2) aufweist, durch die der Metallstrang (1) in eine Förderrichtung (R) geführt wird und in der der Metallstrang (1) einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird,

15 **gekennzeichnet durch**

Mittel (4), die in Förderrichtung (R) vor der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung angeordnet sind und dem Metallstrang (1) einen hohen Planheits-Grad verleihen.

20 12. Vorrichtung nach Anspruch 11,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass vor und/oder hinter dem Mittel (4) mindestens eine Spannvorrichtung (5, 6) zur Erzeugung einer Zugkraft (F) im Metallstrang (1) angeordnet ist.

25 13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine unter Vakuum stehende Behandlungskammer (8) aufweist, in der in Förderrichtung (R) des Metallstrangs (1) eine Anzahl modularartig aufgebauter Elektroden (9) angeordnet sind.

30 14. Vorrichtung nach Anspruch 13,

**dadurch gekennzeichnet,**

35 dass die einzelnen Elektroden (9) in Abhängigkeit vom Grad der Verzundung und/oder dem Grad der Verschmutzung der Oberfläche des Metallstrangs (1) sowie in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit (v), mit der der

5 Metallstrang (1) die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung passiert, unabhängig voneinander ein- und abschaltbar sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14,

10 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass in Förderrichtung (R) hinter der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Prüfmittel (10) zur Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs (1) angeordnet sind, die mit Regelmitteln (11) in Verbindung stehen, wobei die Regelmittel (11) die Geschwindigkeit (v),  
15 mit der der Metallstrang (1) durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung zur Erzielung der gewünschten Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität des Metallstrangs (1) vorgeben.

20 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15,

dadurch gekennzeichnet,  
dass in Förderrichtung (R) hinter der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel (12) zum Beschichten des Metallstrangs (1) mit flüssigem Metall, insbesondere zum Feuerverzinken,  
25 angeordnet sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16,

dadurch gekennzeichnet,  
dass in Förderrichtung (R) hinter der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel (15) zum Kaltwalzen des Metallstrangs (1) angeordnet sind.

1 / 3

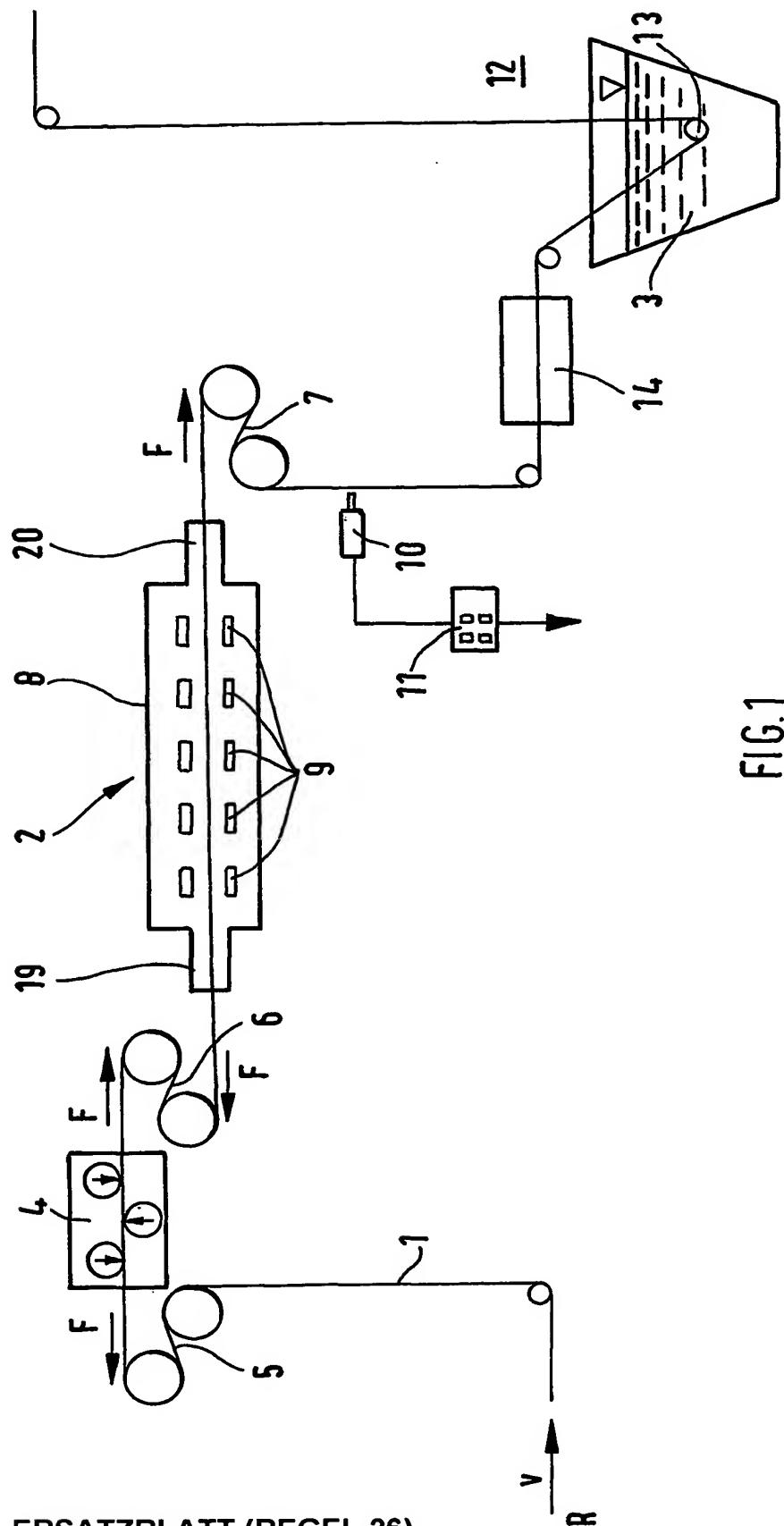


FIG. 1

ERSATZBLATT (REGEL 26)

2/3

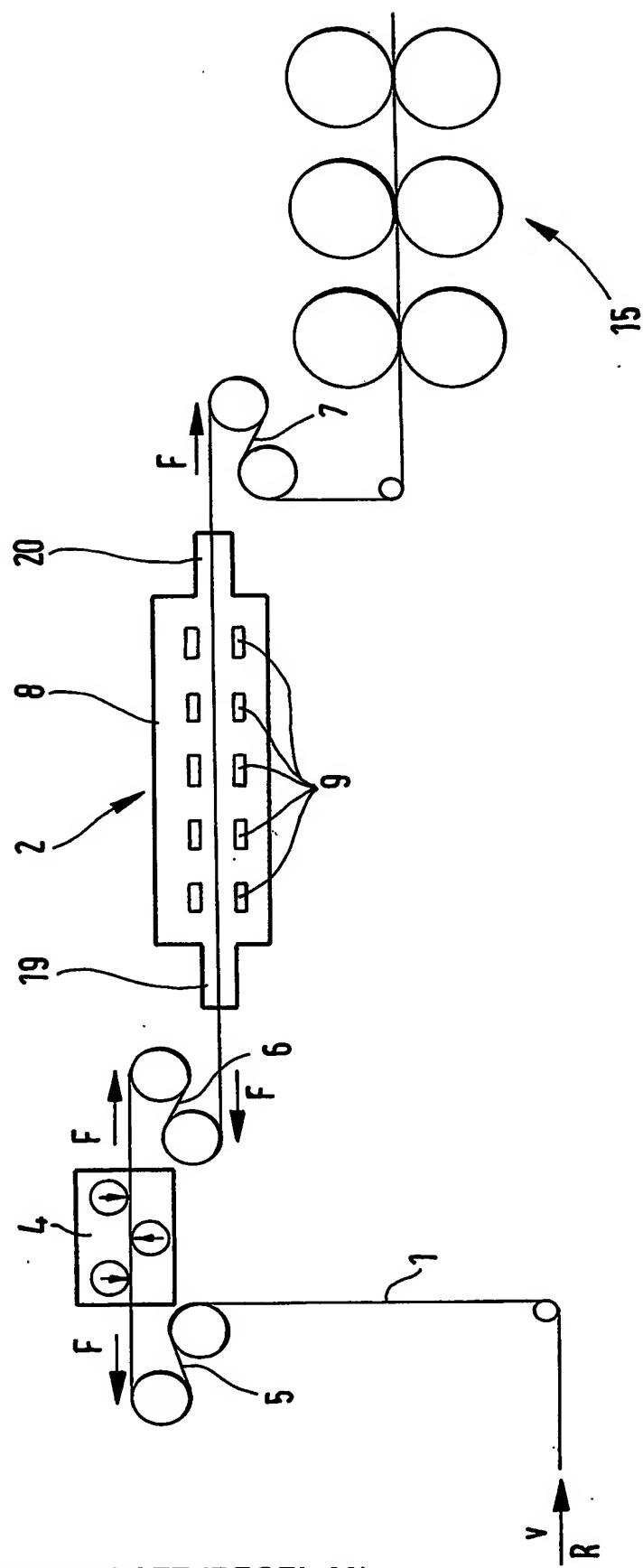


FIG.2

ERSATZBLATT (REGEL 26)

3 / 3

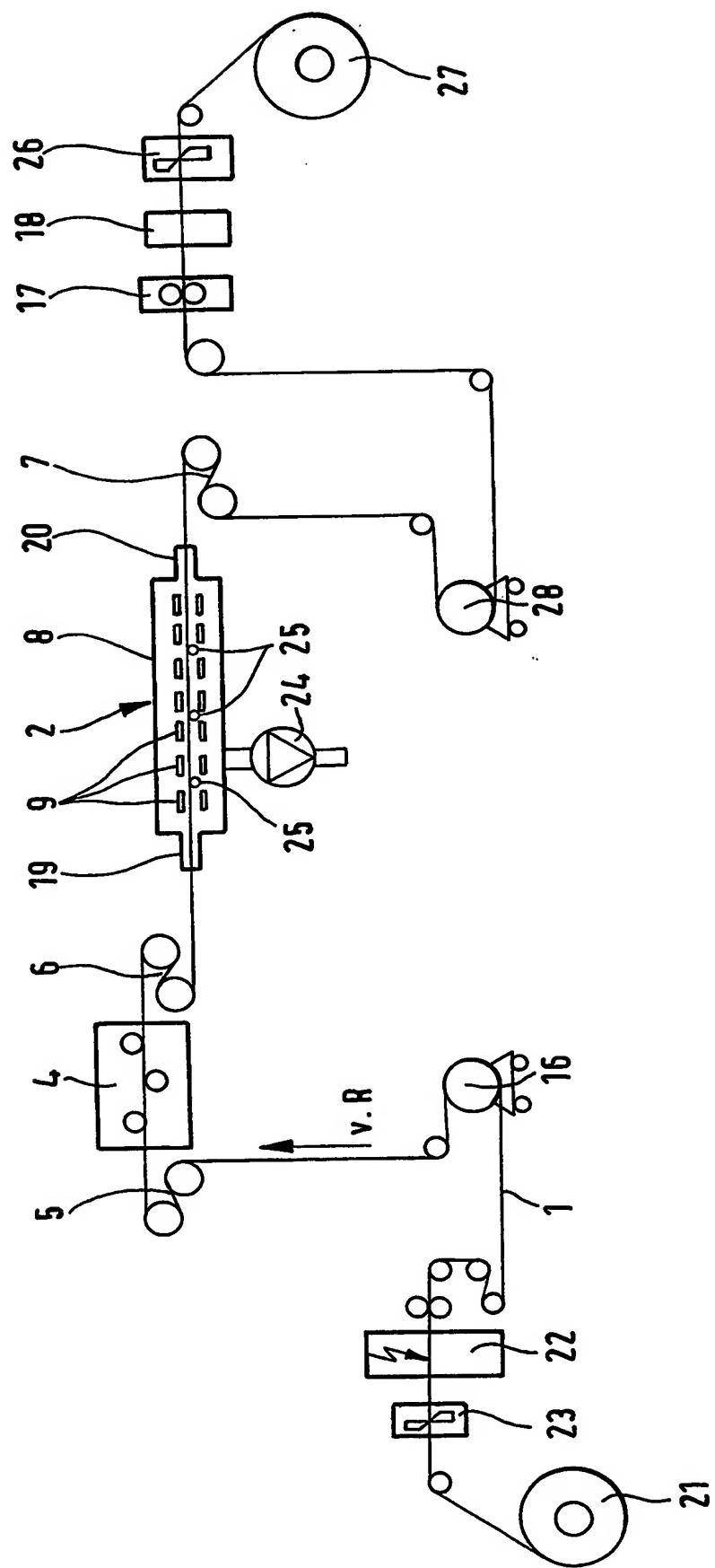


FIG. 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/10852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C23C2/02 C23C2/40 B21B45/06 B08B7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B21B C23C B08B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 02, 29 February 1996 (1996-02-29) -& JP 07 275920 A (NIPPON STEEL CORP), 24 October 1995 (1995-10-24) abstract; figures 6,7,12,13 ---	1-3,5, 11-14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 034 (M-1544), 19 January 1994 (1994-01-19) -& JP 05 269517 A (NIPPON STEEL CORP), 19 October 1993 (1993-10-19) abstract ---	1,11 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

14 April 2004

Date of mailing of the International search report

22/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl.  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Joffreau, P-O

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/10852

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 07275920	A 24-10-1995	NONE	
JP 05269517	A 19-10-1993	NONE	
JP 05317950	A 03-12-1993	NONE	

# INTERNATIONAHLER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/10852

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES	IPK 7 C23C2/02	C23C2/40	B21B45/06	B08B7/00
---	----------------	----------	-----------	----------

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B21B C23C B08B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 02, 29. Februar 1996 (1996-02-29) -& JP 07 275920 A (NIPPON STEEL CORP), 24. Oktober 1995 (1995-10-24) Zusammenfassung; Abbildungen 6,7,12,13 ---	1-3,5, 11-14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 034 (M-1544), 19. Januar 1994 (1994-01-19) -& JP 05 269517 A (NIPPON STEEL CORP), 19. Oktober 1993 (1993-10-19) Zusammenfassung ---	1,11 -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*'P' Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*'Z' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
14. April 2004	22/04/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Joffreau, P-O

**INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP 03/10852**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 07275920	A 24-10-1995	KEINE	
JP 05269517	A 19-10-1993	KEINE	
JP 05317950	A 03-12-1993	KEINE	

10/534221

JC20 Rec'd PCT/PTO 06 MAY 2005

TRANSLATION (HM-625PCT -- original):

WO 2004/044257

PCT/EP03/10852

METHOD AND DEVICE FOR DESCALING AND/OR CLEANING A  
METAL CASTING

The invention relates to a method and device for descaling and/or cleaning a metal casting, particularly a hot-rolled strip made of normal steel or of stainless steel which involves guiding the metal casting in a direction of conveyance through a device inside which it is subjected to a plasma descaling and/or plasma cleaning. The invention further relates to a device for descaling and/or cleaning such a metal casting.

A method from a related class is known from JP 03207518 A.

For subsequent processing, for example by cold-rolling, for a metallic coating or the direct finishing to a final product the hot-rolled strip must have a descaled surface. Thus, the scales originating from hot-rolling and during the following cooling must be completely removed. In the afore-mentioned method, this is achieved by means of a pickling process, wherein the scales made of various ferrous oxides ( $FeO$ ,  $Fe_3O_4$ ,  $Fe_2O_3$ ) or in the case of stainless steel of ferrous metals rich in chromium are dissolved depending on the quality of the steel by means of various acids (for example, hydrochloric acid, sulfuric acid, nitric acid or mixed acid) at high temperatures in a chemical reaction with the acid. Prior to pickling normal steel requires an additional mechanical treatment by means of stretcher-and-roller levelling in order to break open the scales and to allow a quicker permeation of the acid into the scale layer. For stainless, austenitic and ferritic steels which are substantially more difficult to

pickle, an annealing and a mechanical pre-descaling of the strip precedes the pickling process in order to attain the best possible strip surface for pickling. Following descaling the steel strip must be rinsed, dried and if necessary oiled in order to prevent oxidation.

The pickling of steel strip is performed in continuous lines whose process section may exhibit a very sizable length depending on the speed of the conveyance. Such production lines thus require high investments. The pickling process further necessitates a very large amount of energy and high expenditures for the disposal of waste water and the regeneration of hydrochloric acid which is usually used for normal steel.

Therefore, there are various approaches in the state-of-the-art which effect the descaling of metal castings without the deployment of acids.

Hitherto known developments are usually based on a mechanical removal of the scales (for example, Ischiclean method, APO-method). Such methods however are not suited for the industrial descaling of broad steel strip with respect to the efficiency and quality of the descaled surface. For this reason, acids are still deployed for descaling such strips.

The disadvantages relating to efficiency and environmental pollution therefore have been tolerated up to now.

Newer approaches for the descaling of metal casting employ plasma technology. This method is already described in the afore-mentioned JP 03207518 A as well as in WO 00/56949 A1, WO 01/00337 A1, RU 2153025 C1 and RU 2139151 C1. In the plasma-descaling technology disclosed therein the material to be descaled passes between special electrodes which are located in a vacuum chamber. The descaling results by means of the

plasma generated between the steel strip and the electrodes, wherein a metallic bright surface without residue is produced. Plasma technology thus represents an efficient, high-quality and environmentally friendly option for descaling and cleaning steel surfaces. It can be deployed for normal steel as well as for stainless, austenitic and ferritic steel. A special pre-treatment is not required.

The mentioned state-of-the-art is primarily applied to the descaling of wire and pipes. The advantage in this regard is a relatively simple guidance of the electrodes which is possible based on the geometry of the material to be descaled, so that an efficient descaling can be effected.

In the case of descaling steel strip, however it appears that the method disclosed in the mentioned literature does not lead to a practical outcome, i.e., that steel strip treated in such a manner cannot be descaled with the required quality, at least when it exhibits a certain width.

Thus, the underlying objective of the invention is to create a method and a corresponding device for descaling and/or cleaning of a metal casting with which it is possible to efficiently and effectively descale even wide metal castings over their entire width with consistent quality by means of plasma technology, wherein the economical as well as ecological advantages of this method should be utilizable.

The invention achieves this objective with respect to the method, such that before the plasma descaling and/or a plasma cleaning device, in the direction of conveyance, the metal casting is subjected to a process which imparts a high degree of flatness to the metal casting.

A stretcher levelling process or a stretcher-and-roller levelling process is especially considered in this regard. In

these processes a tensile force can be exerted on the metal casting to such an extent that the degree of flatness of the metal casting entering the device for plasma descaling and/or plasma cleaning is so high that the casting can pass through the device as flat sheet metal. The result of descaling and/or cleaning is thereby improved dramatically, so that the finished metal strip exhibits a high quality.

It has proven advantageous that during the levelling process the tensile force is selected such that a tensile stress arises in the metal casting which corresponds to at least 10% of the yield point of the metal casting material.

The method can be carried out on continuously conveyed metal casting; however, it is also possible to convey the metal casting through the descaling and/or cleaning machine in a discontinuous manner, i.e., with a varying speed. The last-mentioned case is particularly interesting for smaller lines.

An especially high quality of the finished metal casting can be achieved if the surface of the metal casting is inspected after the device for plasma descaling and/or plasma cleaning; in this case it is intended that the speed with which the metal casting is conveyed through the device for plasma descaling and/or plasma cleaning is specified in a closed-loop control in dependence on the inspection, such that the desired quality of descaling and/or cleaning is attained. Explicitly this means that if the quality of descaling and/or cleaning is still unsatisfactory, the speed of the metal casting conveyed through the device for plasma descaling and/or plasma cleaning will be decreased, such that the plasma has a longer time to act on the metal casting. This makes it possible to adapt the quality of the descaling and/or cleaning process to special demands.

As a particularly preferential embodiment, the descaling and/or cleaning of the metal casting can be directly followed by a coating of the casting with liquid metal, in particular a hot galvanizing. Known coating techniques can be applied wherein. One possibility results in the metal casting being guided through a boiler which is filled with liquid coating metal, wherein a deflection of the metal casting takes place in the boiler.

Alternatively, the CVGL-method (Continuous Vertical Galvanizing Line) can also be deployed, by means which the metal casting is guided from the bottom through the a boiler which is filled with liquid metal, wherein the coating metal is retained in the boiler by means of an electromagnetic closure. Following descaling and/or cleaning and prior to coating with liquid metal the metal casting is preferentially heated, preferably by means of induction heating.

The cold-rolling of the metal casting can be advantageously carried out immediately following the descaling and/or cleaning of the metal casting.

The device for descaling and/or cleaning the metal casting has a configuration through which the metal casting is guided in the direction of conveyance and inside which the metal casting is subjected to a plasma descaling and/or plasma cleaning. The device according to the invention is characterized by means which impart a high degree of flatness to the metal casting before the device for plasma descaling and/or plasma cleaning in the direction of conveyance. These means consist of at least one stretcher levelling or stretcher-and-roller levelling machine. In addition, it is advantageous to arrange before and behind the means at least one stretching device for producing a tensile force in the metal casting; the S-roll stand has proven effective as a stretching device.

A particularly good conveyance of the metal casting through the device for plasma descaling and/or plasma cleaning can be effected if a stretching device is arranged in the direction of conveyance behind the device for plasma descaling and/or plasma cleaning for producing a tensile force in the metal casting, whereby an S-roll stand is also considered preferable in this regard. As a result, the metal casting is kept very flat when passing through the plasma device which increases the quality of the descaling and/or cleaning.

The device for plasma descaling and/or plasma cleaning can exhibit a treatment chamber under vacuum in which a number of modularly built electrodes are arranged in the direction of conveyance of the metal casting. In this regard the individual electrodes can be designed to be switched on or off independently of one another in dependence on the degree of scaling and/or degree of contamination of the surface of the metal casting as well as in dependence on the speed with which the metal casting passes through the plasma device. In this regard, as many electrodes can be switched on for descaling and/or cleaning as are necessary to achieve the desired result.

An additional improvement in the quality of descaling and/or cleaning can be achieved if inspection means for inspecting the surface of the metal casting are arranged in the direction of conveyance behind the device for plasma descaling and/or plasma cleaning; these are connected with control means, wherein these control means set the speed with which the metal casting is conveyed through the device in dependence on the inspection, so that the desired descaling and/or cleaning quality of the metal casting is achieved.

As previously illustrated, the descaling and/or cleaning line according to the present invention can be advantageously deployed in combination with additional treatment devices.

Means for coating the metal casting with liquid metal, particularly for hot galvanizing can be arranged in the direction of conveyance behind the device for plasma descaling and/or plasma cleaning. These means can exhibit a boiler for liquid metal and at least one deflection roller integrated therein. Alternatively, the means for coating may exhibit a boiler and under the boiler electromagnetic means for retaining the liquid metal in the boiler. Means for heating the metal casting, in particular induction heating means can be arranged in the direction of conveyance behind the device for plasma descaling and/or plasma cleaning and in the direction of conveyance before the means for coating the metal casting.

As an alternative to or in addition to the coating means, means for rolling the metal casting can be arranged behind the device for plasma descaling and/or plasma cleaning in the direction of conveyance; this can be a multiple stand cold rolling tandem mill.

A continuous operation of the entire line is aided by the fact that a strip storage is arranged in the direction of conveyance before the device for plasma descaling and/or plasma cleaning.

It is further advantageous for the high productivity of the line if means for trimming the metal casting (trimming shears) are arranged in the direction of conveyance behind the device for plasma descaling and/or plasma cleaning.

The productivity of the line is also further improved by the fact that means for oiling the metal casting are arranged in the direction of conveyance behind the device for plasma descaling and/or plasma cleaning.

An overall highly productive line for the processing metal

casting, preferably for hot-rolled strip made of normal steel or of stainless steel, is the result which guarantees an economical and ecological descaling and/or cleaning of the metal casting and which has proven effective particularly in combination with subsequent/downstream treatment devices.

The described technology provides great advantages especially compared with pickling with respect to environmental protection, energy conservation and quality. In addition, the investment costs for such lines are considerably less than for known descaling and/or cleaning lines.

Design embodiments of the invention are illustrated in the drawings, wherein:

Fig. 1 schematically shows a device for descaling and for subsequent hot galvanizing of a metal casting,

Fig. 2 schematically shows a device for descaling and for subsequent rolling of the metal casting, and

Fig. 3 schematically shows a device for descaling a metal casting.

Fig. 1 schematically shows a device with which a metal casting 1 can first be descaled and subsequently hot galvanized. The metal casting 1 enters the line with a predetermined speed of conveyance  $v$  in the direction of conveyance  $R$  and is initially guided between two S-roll stands 5 and 6 which exert a tensile force  $F$  on the metal casting 1. A means 4 for stretcher levelling the metal casting 1 is arranged between both S-roll stands 5, 6. This means 4 is a stretcher-and-roller levelling machine.

A schematic outline shows that the metal casting 1 is bent or stretcher levelled by means of adjustable rolls under high tension by the tensile force  $F$  in the stretcher-and-roller levelling machine 4, so that the metal casting 1 exhibits a high degree of flatness upon leaving the stretcher-and-roller

levelling machine 4.

Following the stretcher-and-roller levelling machine 4 the metal casting 1 is conveyed to the device 2 for plasma descaling and/or cleaning. This device 2 exhibits a treatment chamber 8 which is kept under vacuum. Locks 19 and 20 are each located at the entrance and the exit of the metal casting 1 into and out of the treatment chamber.

An S-roll stand 7 is also arranged in the direction of conveyance behind the device 2; in interaction with S-roll stand 6 it is possible to keep the metal casting 1 under tension (tensile force F) while passing through the device 2, ensuring that the metal casting 1 runs through the device 2 with a high degree of flatness. This is required for attaining a good result with respect to descaling and/or cleaning.

As seen in Fig. 1, a number of electrodes 9 are arranged in the treatment chamber 8 which are required in order to produce the plasma with which the surface of the metal casting 1 is descaled or cleaned. Details relating to this process can be found in the afore-mentioned literature.

Several electrodes 9 are arranged successively in the direction of conveyance R as can be seen in Fig. 1. These can all be activated simultaneously for descaling and/or cleaning, in other words, powered with electrical energy. It is however also possible to selectively switch the individual modularly built electrodes 9, so that only a number of electrodes which is necessary for effecting the desired descaling and/or cleaning outcome is activated.

An inspection means 10 is arranged in the direction of conveyance R behind the device 2 for plasma descaling and/or plasma cleaning which is able to inspect the surface of the metal casting 1 and relay the result of the inspection to the

control means 11. Depending on the desired quality of descaling and/or cleaning, the control means 11 can be programmed such that it affects the power unit of the entire device, not illustrated herein, in a way that the speed of conveyance v is influenced so that the result of descaling and/or cleaning corresponds to the desired specifications.

If the quality of descaling and/or cleaning is not sufficient, the control means 11 can lower the speed of the conveyance v; the surface of the metal casting is thereby exposed to the plasma for a longer time, whereby the result of descaling and/or cleaning is improved. If the quality is already excessively high and not required, the control means 11 can effect an increase in the speed of conveyance v, so that although the quality of the descaling and/or cleaning is reduced, the productivity of the overall line however is increased.

As additionally seen in Fig. 1, an induction heating means 14 which can heat the metal casting 1 is located in the direction of the conveyance R behind the device 2 for plasma descaling and/or plasma cleaning. In particular, this can be an induction-heated annealing furnace with a protective gas atmosphere with which it is possible to heat the metal casting 1 to a temperature of approximately 500°C within a very short time. Afterwards the metal casting 1 is conveyed in a protective atmosphere and by means of a blowpipe, not shown herein, to a boiler 3 with liquid coating metal. A deflection roll 13 is arranged in the boiler 3 which deflects the metal casting 1 after coating with the liquid coating metal vertically to the top. The induction heating means 14, the boiler 3 and the deflection roll 13 comprise the schematically illustrated means 12 for coating the metal casting 1.

An alternative embodiment of the line can be seen in Fig. 2. The difference to Fig. 1 resides in the fact that in Fig. 2

means 15 for rolling the descaled and/or cleaned metal casting 1 are arranged downstream of the device 2 for plasma descaling and/or plasma cleaning. In this case the means represent a multiple stand cold-rolling tandem mill, on which the metal casting 1 is rolled to the desired final thickness.

A device is outlined in Fig. 3 which solely serves the descaling of the metal casting 1, but which can also be combined with downstream devices such as those solutions shown in Figs. 1 and 2.

The metal casting 1 is fed in a coiled state from a reel 21 to a welding machine 22 where the metal casting 1 is welded together with the previous metal casting. Prior to welding the strip ends are cut with shears 23 in order to enable flawless welding.

The metal casting 1 is then conveyed to a stretcher levelling machine or a stretcher-and-roller levelling machine 4 in which the casting 1 can be levelled by bending and the application of a tensile force such that it exhibits an optimal flatness prior to entering the device 2 for plasma descaling and/or plasma cleaning. The metal casting initially passes the lock 19 whereupon it is then situated in the treatment chamber 8 which is under vacuum. The vacuum is generated by a vacuum pump 24. Descaling and/or cleaning is carried out in the treatment chamber 8 by means of the plasma located between the electrodes 9 and the metal casting 1. The number of electrodes 9 depends on the strip speed  $v$  in order to guarantee the required dwell time of the metal casting 1 in the plasma.

Following the complete descaling and/or adequate cleaning the metal casting 1 passes through the vacuum lock 20 to the S-roll stand 7 which as already mentioned produces, in interaction with the S-roll stand 6, the a high enough strip

tension to enable the most horizontal strip passage possible.

Support rolls 25 are arranged between the electrodes 9 which prevent the sagging of the metal casting 1 within longer treatment chambers 8 and at higher strip speeds v.

The exact width of the metal casting can be attained by means of trimming shears 17.

If necessary, the metal casting 1 is electrostatically oiled by means of the oiling machine 18 in order to protect the surface of the metal casting from corrosion. The metal casting 1 is separated with shears 26 before kicking off the finished coil. It is also possible to work with two reels 21 and 27 each located in the inlet and in the outlet, respectively in order to attain the shortest possible coil changing times.

A continuous strip passage in the process section of the line is made possible with strip storage 16 and strip storage 28. A discontinuous operation without strip storage is possible for lines with low output, wherein the line is stopped while the coil is changed. Contrary to pickling, this is possible for plasma descaling without losses in output.

In the above description, both descaling and cleaning of a metal casting have been mentioned side by side. Plasma technology namely has turned out to be suitable not only for descaling but also very good for the cleaning of organic and inorganic substances (e.g., oil) from metallic surfaces.

Cold-rolled oiled steel strip for example prior to a metal coating must pass through special alkaline and electrolytic cleaning tanks followed by rinsing and in part also by brushing in order to attain the required metallic bright surface. The lines already mentioned also deploy chemical substances for this purpose which raise the environmental

concerns previously stated. The application of plasma technology for the cleaning of metal casting also yields great advantages in this regard.

As already mentioned above, great economic advantages result when coupling the line outlined in Fig. 3 with downstream treatment devices according to Figs. 1 and 2. The intermediate storage of descaled and/or cleaned strip can be omitted, so that both production and quality improvements can be effected. The strip storage 28 (see Fig. 3) behind the device 2 for plasma descaling and/or plasma cleaning has special importance in this regard. The descaled and preferably already trimmed strip can then continuously enter the successive device (hot galvanizing line, cold rolling tandem mill) under constant strip tension without intermediate storage.

Following the successive device, in particular behind the cold-rolling tandem mill, the finished strip can be alternately recoiled with two reels and separated with shears.

List of Reference Numbers :

1	Metal casting
2	Device for plasma descaling and/or plasma cleaning
3	Boiler with liquid coating metal
4	Means for levelling the metal casting (stretcher levelling machine, stretcher-and-roller levelling machine)
5	Stretching device (S-roll stand)
6	Stretching device (S-roll stand)
7	Stretching device (S-roll stand)
8	Treatment chamber
9	Electrodes
10	Inspection means
11	Control means
12	Means for coating the metal casting
13	Deflection roll
14	Means for heating the metal casting (induction heating means)
15	Means for rolling the metal casting
16	Strip storage
17	Means for trimming the metal casting (trimming shears)
18	Means for oiling the metal casting (oiling machine)
19	Lock
20	Lock
21	Reel
22	Welding machine
23	Shears
24	Vacuum pump
25	Support roll
26	Shears
27	Reel
28	Strip storage
R	Direction of conveyance
v	Speed of conveyance
F	Tensile force

Claims of WO2004044257

1. A method for descaling and/or cleaning of a metal casting, particularly a hot-rolled strip made of normal steel or of stainless steel, wherein the metal casting is guided in a direction of conveyance through a device inside which it is subjected to a plasma descaling and/or plasma cleaning, characterized in that before the device for plasma descaling and/or plasma cleaning, in the direction of conveyance, the metal casting is subjected to a process which imparts a high degree of flatness to the metal casting.
2. The method according to claim 1, characterized in that the metal casting is subjected to a stretcher leveling process.
3. The method according to claim 1 or 2, characterized in that the metal casting is subjected to a stretcher-and-roller levelling process
4. The method according to claim 2 or 3, characterized in that a tensile force is exerted such that a tensile stress arises in the metal casting which corresponds to at least 10% of the yield point of the metal casting material.
5. The method according to one of claims 1 to 4, characterized in that the metal casting is continuously guided through the device for plasma descaling and/or plasma cleaning.
6. The method according to one of claims 1 to 4, characterized in that the metal casting is discontinuously guided through the device for plasma descaling and/or plasma cleaning.

7. The method according to one of claims 1 to 6, characterized in that after the device for plasma descaling and/or plasma cleaning an inspection of the surface of the metal casting is performed, wherein the speed with which the metal casting is guided through the device for plasma descaling and/or plasma cleaning is specified in the closed-loop control in dependence on the inspection, such that the desired quality of descaling and/or cleaning is attained.
8. The method according to one of claims 1 to 7, characterized in that the metal casting following descaling and/or cleaning is coated with liquid metal, in particular in a hot galvanizing.
9. The method according to claim 8, characterized in that the metal casting after descaling and/or cleaning and prior to coating with liquid metal is subjected to heating, in particular induction heating.
10. The method according to one of claims 1 to 9, characterized in that the metal casting following descaling and/or cleaning is cold-rolled.
11. A device for descaling and/or cleaning of a metal casting, particularly a hot-rolled strip made of normal steel or of stainless steel, particularly by carrying out the method according to one of claims 1 to 8 which feature a device through which the metal casting is guided in a direction of conveyance and inside which the metal casting is subjected to a plasma descaling and/or plasma cleaning, characterized by means which are arranged before the device for plasma descaling and/or plasma cleaning in the direction of conveyance and which impart a high degree of flatness to the metal casting.

12. A device according to claim 11, characterized in that before and/or behind the means at least one stretching device is arranged for producing a tensile force in the metal casting.
13. The device according to claim 11 or 12, characterized in that the device for plasma descaling and/or plasma cleaning exhibits a treatment chamber under vacuum inside which a number of modularly built electrodes are arranged in the direction of conveyance of the metal casting.
14. The device according to claim 13, characterized in that the individual electrodes can be switched on or off independently of one another in dependence on the degree of scaling and/or degree of contamination of the surface of the metal casting as well as in dependence on the speed with which the metal casting passes through the plasma device for plasma descaling and/or plasma cleaning.
15. The device according to one of claims 11 to 14, characterized in that inspection means for inspecting the surface of the metal casting are arranged behind the device for plasma descaling and/or plasma cleaning in the direction of conveyance, which are connected with control means, wherein the control means set the speed with which the metal casting is conveyed through the device for plasma descaling and/or plasma cleaning, in dependence on the inspection for attaining the desired descaling and/or cleaning quality of the metal casting.
16. The device according to one of claims 11 to 15, characterized in that means for coating the metal casting with liquid metal, in particular for hot galvanizing are arranged behind the device for plasma descaling and/or plasma cleaning in the direction of conveyance.

17. The device according to one of claims 11 to 16,  
characterized in that means for cold-rolling the metal casting  
are arranged behind the device for plasma descaling and/or  
plasma cleaning in the direction of conveyance.